

INFLUÊNCIA DA AÇÃO DE SAIS SOLÚVEIS NA RESISTÊNCIA DAS ARGAMASSAS, EM PETROLINA PE

BRUNO MARINHO CALADO¹, ALAN CHRISTIE DA SILVA DANTAS², THIAGO CÉSAR DE ANDRADE QUEIROZ³

¹ Prof. Msc., Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Coordenação de Edificações, Rua Aristarco Lopes, 240, Centro, Petrolina PE. E-mail: bruno.calado@ifsertao-pe.edu.br

² Prof. Dr. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pós Graduação em Ciência dos Materiais, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro BA. E-mail: alancsd@gmail.com

³ Eng. Universidade Federal do Vale do São Francisco, Pós Graduação em Ciência dos Materiais, Av. Antônio C. Magalhães, 510, Country Club, Juazeiro BA. E-mail: thiagocesarandrade@hotmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – Contecc
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO

A construção civil é um importante setor para o desenvolvimento econômico e social do país. E, com crescimento da construção civil, sem critérios de controle de qualidade, são utilizados materiais muitas vezes contaminados por sais, que compõem a formação mineralógica dos agregados. Este fato é muito acentuado na Região do Sertão, na cidade de Petrolina/PE. Nesta região, esta patologia tem se agravado muito com o crescimento populacional, comprometendo o revestimento e resistência mecânica dos materiais durante seu tempo de vida útil, impossibilitando assim que sejam cumpridos os requisitos da NBR 15.575 – Desempenho de Edificações Habitacionais. O presente trabalho apresentará fatores que contribuem para o surgimento desta patologia, tais como variação de umidade e temperatura, acelerando assim a perda de resistência mecânica através da perda de cristalização dos compostos da argamassa. Os ensaios mecânicos demonstraram ganho da capacidade de resistência à compressão nos primeiros dias de cura, e após esse período, ocorreram pequenas quedas ou estabilidade estrutural até os últimos ensaios, apresentando perda de propriedade mecânica após decorridos 90 dias de exposição. Ficou demonstrado que a ação dos sais sobre o revestimento de argamassa ocorre de forma rápida, mesmo antes da edificação ser concluída.

Palavras-chave: Construção Civil, Patologia de Materiais, Argamassa, Sais Solúveis.

INFLUENCE OF THE ACTION OF SOLUBLE SALTS ON THE RESISTANCE OF MORTARS IN PETROLINA PE

ABSTRACT

Civil construction is an important sector for the country's economic and social development. And, with the growth of civil construction, without quality control criteria, materials often contaminated by salts are used, which make up the mineralogical formation of the aggregates. This fact is very accentuated in the Sertão Region, in the city of Petrolina/PE. In this region, this pathology has been greatly aggravated by population growth, compromising the coating and mechanical resistance of materials during their useful life, thus making it impossible to meet the requirements of NBR 15.575 - Performance of Housing Buildings. The present work will present factors that contribute to the emergence of this pathology, such as humidity and temperature variation, thus accelerating the loss of mechanical strength through the loss of crystallization of the mortar compounds. The mechanical tests showed a gain in compressive strength in the first days of curing, and after this period, there were small drops or structural stability until the last tests, showing loss of mechanical property after 90 days

of exposure. It was demonstrated that the action of salts on the mortar coating occurs quickly, even before the building is completed.

Keywords: Civil Construction, Material Pathology, Mortar, Soluble Salts.

1. INTRODUÇÃO

A construção desordenada em alvenaria com blocos de vedação, numa concepção de alvenaria estrutural, sem respaldo normativo, vem sendo bastante empregada em diversos tipos de edificações na região, mostrando-se um mercado crescente para uma solução de engenharia inadequada e sem controle nos procedimentos.

O sal pode ser definido, segundo Netto (1995 apud NAPPI; LALANE, 2010), como “compostos provenientes ou dos ácidos, pela substituição total ou parcial dos seus hidrogênios ionizáveis por cátions, ou das bases, pela substituição total ou parcial dos grupos de OH pelos ânions dos ácidos”. Em outras palavras é uma substância iônica, que resulta da reação química entre um ácido e uma base, genericamente, $YX + AOH \rightarrow AX + YOH$.

Os sais, ao reterem uma determinada quantidade de água em sua estrutura cristalina hexagonal de formação, ocasionam um aumento na volumetria de sua estrutura, originando uma pressão de hidratação contra as paredes dos poros dos materiais em que estejam inseridos. A cristalização de sais solúveis, que resulta no tão conhecido “salitre”, é hoje amplamente reconhecida como uma das principais causas da deterioração das construções antigas. Os sais solúveis podem ter origens diversas: o solo, a água do mar, brisa marinha, a poluição atmosférica, os próprios materiais de construção (argamassas, agregados, materiais cerâmicos, etc.) ou mesmo produtos armazenados nas proximidades (produtos alimentares salgados, pesticidas, dejetos de animais, etc.).

Em casos extremos, os sais podem comprometer a segurança estrutural das edificações. A degradação inicia geralmente à superfície dos elementos construtivos e, com o desaparecimento das camadas superficiais, progride depois para o interior.

Buscando analisar de forma comparativa a simulação das situações reais, levando em conta o tempo de exposição, o teor de sal solúvel existente no solo de simulação e a variação de umidade e temperatura. Assim teremos um melhor entendimento desta patologia nas edificações da região do Vale do São Francisco.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi desenvolvida uma revisão bibliográfica sobre as pesquisas realizadas na região por Coelho (2009) e Ribeiro (2013), tabelas 1 e 2. Este estudo teve base para fundamentação e desenvolvimento da pesquisa com a moldagem de corpos de prova. Assim, poder analisar as características das argamassas convencionais na região.

Segundo Coelho (2009), após a realização de ensaios e estudos referentes aos agregados miúdos para a região do Vale do São Francisco, para valores totais de sais, cloretos e sulfatos, caracteriza-se as jazidas de areia conforme a presença de contaminação. Toda caracterização comparada com as condições impostas pela NBR7211/2009 – Agregados para concreto – Especificação. E, estudos feitos por Ribeiro (2013), após determinar o teor de cloreto existente na atmosfera.

Tabela 1 – Percentual de sais solúveis nas areias

JAZIDA	% de SAIS SOLÚVEIS
Agrovila Massangano	0,106
Draga	0,126
Juremal	0,542
Pedra Linda	1,445
Serra da Batateira	2,019
Vaca Morta	0,187

Fonte: Coelho, 2009

Tabela 2 – Teor de Cloretos na Atmosfera – Petrolina PE

LOCAL	TEOR MÁXIMO CLORETO (mg/m².d)
Raso da Catarina	41,29
Antônio Cassimiro	42,14
Jardim Amazonas	66,20
Dom Malan	53,24
Vila Eduardo	28,33

Fonte: Ribeiro, 2013

Para a elaboração dos corpos de prova foram utilizados traços rotineiros e corriqueiros na região, como costume dos operários da construção, cimento Portland CP II Z 32, impermeabilizante líquido (SIKA 1), quando utilizado, e 2 tipos de areias, sendo uma composta por um agregado mais grosso (batateira) e a outra por um agregado mais fino (draga). As areias utilizadas no experimento foram antes passadas numa peneira média, 5mm.

Foram considerados os agregados da seguinte forma:

- DS (Draga sem impermeabilizante)
- DC (Draga com impermeabilizante)
- SS (Serra sem impermeabilizante)
- SC (Serra com impermeabilizante)

Os corpos de prova foram expostos a situações reais e naturais, a fim de avaliar o comportamento do revestimento diante das agressividades naturais e, assemelhadas a sutiação de uso, variações de umidade, temperatura e exposição a areias identificadas como contaminadas por sais.

Foram produzidos com uma proporção de 01(uma) unidade de cimento para 05(cinco) unidades de areia (traço 1:5), sendo este o traço comum utilizado na Região. Quando utilizado, o impermeabilizante foi adicionado a água de amassamento, com ajuda de uma proveta graduada 50ml, numa proporção de 2 Litros para cada 50kg de cimento. Foram fabricados um total de 320 corpos de prova, sendo 80 para cada tipo de traço e exposição, acondicionados de acordo com o tipo de exposição. Devidamente espaçados para garantir o envolvimento do agregado miúdo.

Foi elaborado um ensaio de consistência para argamassa segundo a (NBR 13276, 2005), onde foram obtidos os valores de 270mm para a areia da Draga e de 276mm para a areia da Serra. A homogeneização da mistura foi feita com argamassadeira mecânica:

- a) mistura de água com cimento durante 30s em velocidade baixa;
- b) adição da areia durante 30s em velocidade baixa;
- c) mistura da argamassa durante 30s em velocidade alta;
- d) descanso da massa durante 1,5min; mistura da argamassa durante 1min em velocidade alta.

Foram utilizados moldes metálicos com dimensões de 100mm de altura e 50mm de diâmetro, inicialmente limpos e lubrificados. A argamassa permaneceu no molde por um tempo de 24 horas, sendo após esse período já retirados dos moldes e transportados para as situações de exposição. O preenchimento dos moldes foi realizado de acordo com a NBR 5738.

Os ensaios foram realizados em uma máquina universal de ensaios de acionamento eletromecânico, “Máquina Universal de Ensaio, modelo DL 10.000” do fabricante EMIC. Os ensaios foram feitos no Laboratório de Ensaio de Materiais Mecânicos do Colegiado de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). A máquina tem capacidade de até 100 KN. As velocidades de ensaio podem ser configuradas numa faixa de 0,01 a 500 mm/min, utilizou-se a velocidade de 2mm/mim para este trabalho. A máquina de ensaio é interligada a um microcomputador, e os dados são obtidos através do software “Tesc, versão 3.04”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A resistência mecânica está relacionada com a capacidade das argamassas resistirem a uma força aplicada podendo fornecer informações a respeito da rigidez do revestimento. Em materiais frágeis, como é o caso da argamassa, a ruptura ocorre nos planos de máximas tensões cortantes, normalmente a 45° do eixo de aplicação da carga, tendo os valores demonstrados nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3 . valores de resistência em MPa, para draga sem impermeabilizante e draga com impermeabilizante.

Tempo de Exposição/Dias	Areia Seca	Areia Úmida	Vala	Câmara úmida
	Resistencia (MPa)			
Draga sem impermeabilizante				
15	8,71 ± 0,5	7,81 ± 0,5	8,39 ± 0,5	8,66 ± 0,5
30	10,97 ± 1,83	9,53 ± 1,03	9,12±1,78	9,16 ± 0,95
60	11,31 ± 0,99	10,41 ± 0,49	9,28±1,91	9,89 ± 0,73
90	10,53 ± 0,82	10,61 ± 0,45	9,49±1,22	10,09 ± 0,57
Draga com impermeabilizante				
15	8,89 ± 0,28	8,03 ± 0,71	7,78 ± 0,8	8,52 ± 0,83
30	11,59 ± 0,66	12,22 ± 0,42	9,81 ± 2,4	10,09 ± 0,84
60	12,44 ± 2,17	11,57 ± 1,23	9,84 ± 0,83	12,68 ± 0,83
90	11,36 ± 1,01	11,82 ± 0,63	11,14±1,16	11,24 ± 0,69

Observa-se que a adição do impermeabilizante demonstrou um ganho significativo quanto a resistência à compressão do corpo de prova.

Percebe-se ainda que segundo a tabela 3, o ganho na resistência ocorreu principalmente nos corpos de prova situados em exposições que proporcionavam altos índices de umidade (areia úmida e câmara úmida), para o agregado da Draga, com impermeabilizante.

Segundo o fabricante, os aditivos hidrófugos proporcionam a redução da permeabilidade e absorção capilar, através do preenchimento de vazios nos capilares na pasta de cimento hidratado, reduzindo a permeabilidade dos concretos e argamassas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Costa (2008), o qual avaliou o desempenho de argamassas em ensaios de compressão, flexão e de capilaridade, comparando o uso de impermeabilizantes hidrófugos em relação a argamassas não impermeáveis e argamassas pré-dosadas, destacando um melhor desempenho nos corpos de prova impermeabilizados com o uso de aditivo hidrófugo.

Foram observados nos gráficos que há um acréscimo na resistência principalmente nos primeiros 30 dias. Segundo Thomaz (2009), prazos de secagem em torno de 20 a 28 dias em geral são suficientes, sendo então o tempo de 15 dias insuficiente para o ganho total na resistência a compressão desses corpos de prova.

Tabela 4 . Valores de resistência em Mpa, Batateira com e sem impermeabilizante

Tempo de cura/Dias	Areia seca	Areia Úmida	Campus	Câmara úmida
	Resistencia (MPa)			
Serra da Batateira sem impermeabilizante				
14	10,44 ± 0,82	10,05 ± 0,57	9,99±0,45	12,45 ± 0,61
30	11,78 ± 1,15	9,59 ± 1,03	11,27±0,56	11,71 ± 1,09
60	14,90 ± 2,08	12,97 ± 0,56	12,41±1,92	12,62 ± 1,31
90	13,61 ± 1,18	10,09 ± 0,57	11,49±0,75	12,50 ± 0,66
Serra da Batateira com impermeabilizante				
14	10,44 ± 1,1	10,77 ± 0,53	9,80 ± 0,5	11,90 ± 0,47
30	13,70 ± 1,53	12,23 ± 0,42	10,32±1,51	12,57 ± 1
60	12,88 ± 0,55	13,09 ± 1,05	12,06±0,69	11,56 ± 0,6

Nos ensaios realizados com a areia da Batateira, apenas a situação de exposição na areia úmida obtiveram algum ganho com a ação do impermeabilizante, isso já seria esperado uma vez que o impermeabilizante hidrófugo minimiza uma possível perda de resistência devido a umidade.

Vale salientar que de acordo com Coelho (2009), os grãos do agregado da Batateira tem dimensões maiores em relação ao da Draga, sendo estes visivelmente irregular e áspero, podendo essas características ser uma indicação para sua maior resistência. O grão anguloso tem uma capacidade maior de aderir ao ligante, comparativamente ao agregado de grão arredondado. De qualquer forma, a superfície específica do grão angular é superior à do grão arredondado, o que obriga a junção de maior quantidade de água durante a amassadura da pasta, o que contribui de forma negativa para a sua resistência (Margalha, 2011).

Após perceber os piores resultados nessa situação de exposição, a areia do campus UNIVASF Juazeiro/BA, fez-se necessário uma análise desse solo, para compará-lo com os demais utilizados. Os resultados obtidos nessa análise demonstraram características de um solo salino, como valores de pH menores que 8,5 e valores de Sódio e Potássio na ordem de 0,6mmol/L e 1,1mmol/L, respectivamente.

Essa análise também evidenciou a perda de salinidade na situação de exposição caixa úmida, pois esta sofreu um processo semelhante ao de “lavagem”, sendo adicionada a esta cerca de 10L de água por semana para manter sua umidade, esse procedimento fez com que os valores principalmente de Sódio e da Condutividade Elétrica da solução, devido a alteração na dissociação de substâncias iônicas, ficassem menores, se comparados aos obtidos na areia da caixa seca, atribuindo a isto o efeito dessa adição de água.

4. CONCLUSÃO

Para a análise e futura solução para esta patologia é primordial que seja feito um bom diagnóstico das causas que estão gerando os danos. Porém nem sempre será possível se obter uma solução definitiva, cabendo inicialmente a adoção de soluções paliativas para aumentar a vida útil do revestimento, tentando diminuir o custo com manutenção da edificação.

No entanto, para edificações sujeitas a presença de sais solúveis em seus materiais, o melhor caminho a ser adotado é a análise e verificação de seus materiais para evitar ou reduzir as possibilidades de se existirem as reações químicas que geram a ação das pressões de cristalização, geradas pela presença de sais solúveis.

Parte dos ensaios mecânicos demonstraram ganho da capacidade de resistência à compressão nos primeiros dias de cura, como já era de se esperar. A relação **resistência X tempo**, tiveram curvas semelhantes para todos os tratamentos e situações de exposições experimentadas. Os corpos de prova tiveram ganho de resistência mecânica ao longo dos primeiros 30 dias, e após esse período, houveram pequenas quedas ou variação de resistência à compressão até os últimos ensaios, apresentando perda em todos os casos decorrido os 90 dias. Contudo, caracterizando a perda real de resistência à compressão após os 60 dias de aplicação do revestimento.

REFERÊNCIAS

- a) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Agregados para concreto** – NBR 7211, 2009
- b) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova** – NBR 5738, 2015
- c) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos** – NBR 13.276, 2016
- d) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Desempenho de edificações habitacionais** – NBR 15.575, 2013
- e) COELHO, N. de Amorim. **Caracterização dos agregados miúdos encontrados no Vale do São Francisco**. Juazeiro, 2009
- f) COSTA, L. L.. **O uso de argamassas tradicionais e pré-doseadas para impermeabilização em revestimentos exteriores**. Dissertação de Mestrado. Vila Real, 2008.

- g) MARGALHA, G. - Argamassas. Documento de apoio às aulas de Conservação Recuperação do Património. Universidade de Évora, 2011.
- h) MENEZES, R. R., ET AL; Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção; São Carlos, Laboratório de Síntese e Processamento de Materiais Cerâmicos – LaSP, Universidade Federal de S. Carlos, 2006. 13 p.
- i) NAPPI, S. C. B. e LALENE, M. M.- A Salinidade em Edifícios Antigos. CINPAR. 2010
- j) NETTO, Carmo Gallo. **Química; da Teoria à Realidade**. São Paulo, Editora Scipione, 1995
- k) RIBEIRO, A. Gomes. **Ação de sais solúveis em alvenaria de tijolos cerâmicos no município de Petrolina – PE**. Dissertação. 2013
- l) THOMAZ E., Centro de Tecnologia do Ambiente Construído. São José do Rio Preto (SP) Cura de argamassa. Edição 152 - Novembro/2009. Disponível em : (<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/152/ipt-responde-cura-de-argamassa-287696-1.aspx>) acesso em 28 de setembro 2017.